

Title	Chiral Symmetry and Nucleon Structure Functions
Author(s)	久保田, 孝徳
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41601
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	久保田 孝徳
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 14365 号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Chiral Symmetry and Nucleon Structure Functions (カイラル対称性と核子構造関数)
論文審査委員	(主査) 教授 大坪 久夫 (副査) 教授 若松 正志 教授 高杉 英一 教授 吉川 圭二 教授 阿久津泰弘

論文内容の要旨

NMC実験グループによる Gottfried sumの測定によって明らかにされた陽子中の sea クォーク分布のアイソスピン非対称性と、EMC実験が示唆する異常に小さな核子の“クォーク・スピン・コンテンツ”は近年の高エネルギー深部非弾性散乱の物理に於ける二大発見といえる。本研究では、低エネルギー QCD の最も重要な性質であるカイラル対称性とその自発的破れの機構を最大限に取り入れたバリオンの有効模型であるカイラル・クォーク・ソリトン模型に基づいて、これらの物理と密接に関係する twist-2 の核子の構造関数の系統的な研究を行った。非偏極及び縦偏極クォーク分布関数に対するカイラル・クォーク・ソリトン模型の予言を、低エネルギースケールで与えられた現象論的 parametrization と比較し、定性的に良い一致を見た。また分布関数のスケール依存性を標準的な発展方程式を解くことで取り入れ、模型の予言を高エネルギー領域の実験データと直接比較した。NMC グループの得た Gottfried sum の $1/3$ からの著しいズレの再現、及び SLAC-E154 実験で得られた中性子の縦偏極構造関数 $g_T^+(x, Q^2)$ の非常に良い再現は、いずれも高エネルギー観測量に反映されたカイラル対称性の重要な役割を示すものである。カイラル・クォーク・ソリトン模型のもうひとつの重要な予言に、 \bar{u} クォークと \bar{d} クォークの海の逆向きの偏極がある。この偏極分布関数に対する sea クォーク分布のアイソスピン非対称性はいまだ実験的に確かめられたわけではないが、模型に取り入れられたアイソベクトル型の $q\bar{q}$ 相関の働きによって自然に生じるものである。同様な相関によって生じる非偏極分布関数に対する sea クォーク分布のアイソスピン非対称性が NMC 実験を通じて既に実験的に確立したものとなっていることを考えれば、偏極分布関数に対する同様な非対称性が将来のより精密な実験解析で明らかにされる可能性は高いものといえる。また横偏極分布関数についても同様な解析を行い、縦偏極分布関数とは定性的に異なる結果を得た。この違いの原因を探るためにそれぞれ縦偏極分布関数と横偏極分布関数の一次のモーメントの対応する擬ベクトル電荷とテンソル電荷のアイソスピン依存性を調べた。アイソスカラー型、アイソベクトル型の擬ベクトル電荷をそれぞれ $g_A^{(0)}$ 及び $g_A^{(3)}$ 、またアイソスカラー型、アイソベクトル型のテンソル電荷をそれぞれ $g_T^{(0)}$ 及び $g_T^{(3)}$ とすれば、カイラル・クォーク・ソリトン模型は $g_A^{(0)} / g_A^{(3)} \ll g_T^{(0)} / g_T^{(3)}$ を予言する。これに対して、カイラル対称性が全く採り入れられていない構成子クォーク模型や、単純な MIT-bag 模型によれば $g_A^{(0)} / g_A^{(3)} = g_T^{(0)} / g_T^{(3)} = 3/5$ と、アイソスカラー・アイソベクトル比がどちらの電荷に対しても同じであるという結果を得る。このことはカイラル対称性が縦偏極分布関数と横偏極分布関数の違いにも重要な役割を果たしていることを示唆するものである。

論文審査の結果の要旨

久保田君は QCD の有効模型であるカイラル・クォーク・ソリトン模型の枠組みの中で、核子の構造関数を非摂動的に計算する手法を開発し、twist-2 のクォーク分布関数の数値計算を実行した。計算値である核子中のクォーク・スピン・変化量、非偏極分布関数に対するクォーク海のアイソスピン非対称性、中性子の縦偏極分布関数の大きな負の値等はすべて、深部非弾性散乱実験の特徴をよく再現するものであり、これによって高エネルギー観測量の中に反映された低エネルギー QCD の非摂動的力学、すなわちカイラル対称性の自発的破れの重要性を明らかにした。

よって、博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。